

Aus dem Institut für Medizinische Mikrobiologie
der Johannes Gutenberg-Universität Mainz

Audiovisuelle Hilfsmittel im Mikrobiologischen Unterricht Drehvorlagen - Begleittexte

Inauguraldissertation
zur Erlangung der Doktorwürde der Medizin
der Johannes Gutenberg-Universität Mainz
den Medizinischen Fachbereichen

vorgelegt von
Heike Gräber
aus Fulda

Mainz 1976



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41555607_0089

Aus dem Institut für Medizinische Mikrobiologie der Johannes Gutenberg
Universität Mainz

Audiovisuelle Hilfsmittel im
Mikrobiologischen Unterricht-
Drehvorlagen
Begleittexte

Inauguraldissertation
zur Erlangung der Doktorwürde der Medizin
der Johannes-Gutenberg-Universität Mainz
den Medizinischen Fachbereichen



vorgelegt von

Heike G r ä b e r
aus Fulda

Mainz

1976



Fachbereichsdekan:

Prof. Dr. P. Klein

1. Gutachter:

Prof. Dr. P. Klein

2. Gutachter:

Prof. Dr. U. Hadding

INHALTSVERZEICHNIS

A. EINLEITUNG

B. ALLGEMEINER TEIL

- 1) Fernsehstudio
- 2) Technische Hilfsmittel
- 3) Wissenschaftliche Vorarbeiten
- 4) Personelle Voraussetzungen

C. SPEZIELLER TEIL

- 1) Lernzieldefinition
- 2) Hilfsmittel + Plakate
- 3) Drehbuch
- 4) Begleittext

D. DISKUSSION

- 1) Inhaltliche Gestaltung der Filme
 - a) Lernzieldefinition
 - b) Text
 - c) Bildhafte Darstellung
- 2) Produktionstechniken
 - a) Erstellen einer Drehanweisung
 - b) Arbeitseinteilung

c) Fernsehaufnahme

1. Kameras
2. Videocorder
3. Video-Camera-Wiper und
Video-Camera-Switcher

d) Herstellung von Trickaufnahmen

e) Beleuchtung

f) Tonaufnahmen

g) Zeitfaktor

E. ZUSAMMENFASSUNG

F. LITERATURVERZEICHNIS

A. EINLEITUNG

Der Ausbildungsgang der Mediziner wurde durch die Approbationsordnung neu geordnet und reformiert. Vier Prüfungen unterteilen das Curriculum, welches im letzten Ausbildungsabschnitt ein Internatsjahr vorsieht und direkt zur Approbation führt.

Die einzelnen Ausbildungsabschnitte sind klar gegliedert und in Lehrinhaltskatalogen festgeschrieben. An Stelle der vorher bestehenden Vielfalt von Unterrichtsveranstaltungen in Form von Kursen, Vorlesungen, Praktika, Kolloquien usw. tritt jetzt einzig der Kurs als formaler Rahmen zur Wissensvermittlung. Die Anzahl der Kursstunden wird ebenfalls fest vorgeschrieben. 1) Der Realisierung dieser (theoretischen) Ausbildungsordnung stehen im klinischen Bereich erhebliche Schwierigkeiten entgegen. Sie sind in erster Hinsicht im Bereich der organisatorischen und didaktischen Bewältigung des Lehrstoffangebotes zu sehen. Zum anderen soll eine verstärkte praktische Ausbildung der Studenten am Krankenbett erfolgen. Die praktische Verwirklichung des Ausbildungsganges wird durch die beiden Komponenten Steigerung des Ausbildungsniveaus und steigende Studentenzahlen problematisiert. Ein sinnvolles Mittel muß zwischen diesen beiden Komponenten gefunden werden. Ein Wegkürzer ist eine neue Sicht der Unterrichtsfunktion der Dozenten. Der Dozent soll weniger als reiner Grundlagenvermittler wie bisher gesehen werden, seine Aufgabe liegt vielmehr in der Diskussion zur Synthese und

praktischen Anwendung von Grundlagenwissen. 2) Somit muß das Basiswissen in neuer Form dem Studenten angeboten werden. Eine von vielen Möglichkeiten ist die Zuhilfenahme von audiovisuellen Medien. Dieser Medien bedient man sich schon längerer Zeit in den USA. In Columbus Ohio geht man sogar soweit, daß der gesamte klinische Unterrichtsstoff audiovisuell vermittelt wird. 7, 8) In Deutschland soll die Audiovision jedoch nur die Rolle einer zusätzlichen Unterrichtshilfe übernehmen und den Dozenten von der Wiederholung einfacher Basisinformationen befreien. Zum anderen können audiovisuelle Hilfsmittel den Realitätsbezug zu einzelnen Unterrichtsthemen gut herstellen. Der Dozent wird somit nicht ersetzt, sondern entlastet. Wertvolle Unterrichtszeit kann eingespart und die wissenschaftliche Diskussion mit den Studenten gefördert werden.

In diesem Sinne stellten das mikrobiologische und chemische Institut der Johannes-Gutenberg-Universität Mainz einen Antrag zur Gewährung von finanziellen Mitteln zur Erschließung audiovisueller Medien in den Fächern Mikrobiologie und Chemie für Mediziner. Diesem Antrag wurde von der Stiftung Volkswagenwerk stattgegeben, und erste Erprobungen wurden durchgeführt. 4)

Konkret stellt man sich die Entwicklung des Einsatzes von audiovisuellen Hilfsmitteln in Praktikas in 3 Phasen vor:

- 1) Die 1. Phase soll zur Ergänzung, bildhaften Erläuterung und Anleitung zu labortechnischen

Handhabungen dienen.

Eine Vermittlung von Primärinformation, d.h. Erstbekanntschaft mit dem Lehrstoff wird nicht angestrebt.

- 2) In der 2. Phase soll den Studenten mit Hilfe von audiovisuellen Medien Primärinformation angeboten werden.
- 3) Die 3. Phase sieht eine Speicherung des Lehrstoffprogrammes zu individuellen Wiederholungszwecken vor. 4, 6)

Im Rahmen dieses audiovisuellen Programmes steht meine Doktorarbeit. Von der Themenstellung her sind die zu erstellenden Lehrfilme zwischen Phase 1 und 2 einzuordnen. In den Spots werden nicht nur labortechnische Nutz- anwendungen demonstriert, sondern es wird auch in einigen Filmen das vom Dozenten Gelehrte in Kurzform wiederholt.

Um die Aufmerksamkeit der Studenten uneingeschränkt dem audiovisuellen Produkt zuzuwenden, wird der vermittelte Lehrstoff konzentriert und auf das Wesentliche beschränkt in Form kurzer Begleittexte zum Mitnehmen ausgeteilt. Dem Text schließen sich allgemein zugängliche Literaturstellen an.

Nach eingehender Prüfung derzeit existierender audiovisueller hardware (technische Ausstattung) haben sich das

mikrobiologische und chemische Institut zur Errichtung eines Fernsehstudios, sowie entsprechender Videoabspielvorrichtungen in den Kursräumen entschlossen.

Die Fernseheinrichtung wurde aus folgenden Hauptgesichtspunkten einer Filmausstattung vorgezogen:

- 1) Der zeitliche und räumliche Aufwand bei der Erstellung von Fernsehspots ist geringer.
- 2) Die aufgenommenen Fernsehpassagen können im Gegensatz zu Filmaufnahmen sofort nach den Dreharbeiten wiedergegeben und in ihrer Qualität beurteilt werden. Die Entwicklungszeit für das bespielte Videoband entfällt.
- 3) Mit dem Videocorder kann man im Gegensatz zu Tageslichtprojektoren Fernsehaufnahmen speichern und beliebig oft wiederabrufen. 4)

B. ALLGEMEINER TEIL

1) Fernsehstudio

Als Arbeitsplatz waren 2 Räume im mikrobiologischen Institut hergerichtet.

Der erste uns zur Verfügung stehende Raum diente als Diskussions- und Arbeitsraum. Er bot genug Platz, um ungestört voneinander Texte, Symbole und Bilder zu entwerfen, wie auch Materialien zu bearbeiten, die man für seine Spots braucht, Folien, Kartons usw. .

Ein 2. Raum fungierte als Fernsehstudio. Eine Glaswand unterteilte den an sich schon kleinen Raum. Die kleinere Raumhälfte konnte von uns provisorisch zum Tonaufnahmerraum umgebaut werden. Einen leicht schallabdichtenden Vorhang brachten wir behelfsmäßig so an, daß eine kleine Kabine entstand, in der ein Mikrofon und eine Person gerade Platz hatten. Auf diese Weise versuchten wir große äußere Störeinflüsse wie Straßenlärm, Schritte usw. auszuschalten.

Das gleichzeitige Ton- und Fernsehaufnahmegerät stand im anderen Raumteil. Weiterhin befanden sich dort alle übrigen für die Fernsehaufnahmen erforderlichen Geräte bzw. Gegenstände. Die Gruppierung der Geräte im Raum führten wir entsprechend der Aufteilung in die beiden Arbeitsbereiche Fernseh- bzw. Tonaufnahme und Versuchsvorführung durch. So kam eine weitere Raumaufteilung in eine linke und rechte Hälfte zustande. In der linken

Raumhälfte waren in der Mitte ein Stuhl mit Arbeitstisch plazierte, auf dem die Versuche demonstriert wurden. Die Beleuchtung des Arbeitsplatzes ging hauptsächlich von 2 rechts und links über dem Arbeitsplatz angebrachten Deckenlampen aus. Für intensivere Bestrahlung spezieller Gegenstände sorgten 3 bewegliche Leuchten.

Kamera 2, die wir hauptsächlich für Überblicks- und Schrägaufnahmen einsetzten, stand links neben dem Arbeitstisch. Kamera 1, mit der man Nahaufnahmen einstellen konnte, platzierten wir genau vor den Arbeitstisch in die Mitte des Raumes.

Den Arbeitsplatz flankierten beiderseits je eine Magnetwand, an die Titel, Texte oder Bilder angeschlagen wurden. Direkt vor einer dieser Magnetwände stand die Superimposing-Kamera.

Alle von den Kameras aufgenommenen Bilder werden an 3 sogenannte Eingangsmonitore weitergeleitet, die in ein Mischpult eingebaut sind. Das Mischpult stand in der rechten Hälfte des Raumes, gegenüber dem Arbeitsplatz, sodaß die Person, die Regie führte, den ganzen Raum überblicken konnte. Die 3 Eingangsmonitore sind in Augenhöhe im Schaltpult angebracht, sodaß alle 3 Kamerabilder kontrolliert werden können. Unterhalb der Eingangsmonitore sind ein Videocamerawiper und ein Videocameraswitcher eingebaut. Der Videocamerawiper ermöglicht es, Bilder zweier angeschlossener Videokameras stufenlos ineinander überzuführen. Vom Titelbild ausgehend kann so stufenlos ohne Schnitt in die aktuelle Szene eingeblendet werden.

Der Sony-Video-Switcher ermöglicht in Verbindung mit den Videokameras die folgenden Arbeitsweisen: direktes Umschalten, Fade-in und Fade-out, Bildüberblendung und Einblenden schwarzer oder weißer Schrift ins Bild.

Das endgültige aus verschiedenen Kamerabildern zusammengesetzte Bild kann man auf einem rechts oben am Mischpult angebrachten Ausgangsmonitor überprüfen.

Weiterhin ist ein sog. Videosynchronisator in das Schaltsystem eingebaut. Er dient zur Taktsynchronisierung von Videokameras und zur Übertragung der Videosignale von den Kameras auf ein Monitorgerät.

Auf der rechten Seite des Regiepultes, direkt unterhalb des Ausgangsmonitors steht der Videocorder. Er ist ein kompaktes Aufzeichnungs- und Wiedergabegerät für Bild und Ton. In Verbindung mit den Sony-Video-Monitoren und den Videokameras gestattet er Fernsehprogramme, sowie "live"-Szenen in Bild und Ton aufzunehmen.

In der Mitte des Raumes, so, daß alle Personen die jeweilige Bildeinstellung kontrollieren können, ist ein Monitor aufgestellt. Dieser Monitor zeigt das Bild, wie es im Kursraum auf den Bildschirmen zu sehen sein wird.

An technischen Ausrüstungsgegenständen standen uns im Einzelnen zur Verfügung:

1 Recorder EV 310 CE (1/ inch)

1 Recorder AVC 2100 ACE (1/ inch)

1 Kamera AVC 4000 CE mit Vario-Objekt

und Sucher

- 2 Kameras AVC 3200 GE mit Vario-Objekt
und Sucher
- 1 Schalt- und Regiepult mit 3 Eingangs- und
1 Ausgangsmonitor, sowie 1 Kamera-Wiper,
1 Kamera-Switcher und 1 Synchron-Generator
- 1 Filmtastvorsatz
- 1 Mikro-Vorsatz
- 1 Handkamera mit tragbarem Video-Recorder
- 2 fixierte Deckenlampen (Jupiter)
- 3 bewegliche Leuchten (Nitraphot)
- 1 Fernsehgerät Spectra electronics L 2 x
mit Videotaste (Fa. Nordmende)
- 2 Magnetwände
- 1 Arbeitstisch

Der Hersteller aller filmtechnischen Geräte ist Sony.

2) Technische Hilfsmittel

Durch die Einführung der neuen Approbationsordnung müssen in immer kürzeren Zeitabständen mehr und komplizierter werdende Vorgänge verstanden und möglichst lange behalten werden. Es gilt nun durch Straffung des Unterrichtstoffes und genauere Definition der Lernziele das Interesse bzw. die Lernmotivation aller Studenten anzusprechen.

Da bei den verschiedenen Studenten Unterschiede im Vorwissen, im Intelligenzniveau, im individuellen Lerntempo und Leistungswillen bestehen, ist es sehr

schwierig, jedem einzelnen Studenten gerecht zu werden. Der Unterricht muß derart gestaltet werden, daß man den langsam Lernenden bzw. weniger Wissenden nicht frustriert, und den schneller Aufnehmenden nicht langweilt. Alle diese Kriterien sollen bei der Auswahl des Textes der Lehrfilme und seiner Umsetzung in die bildhafte Darstellung berücksichtigt werden. Um Frustration und Langeweile in unseren Spots auszuschließen, bemühten wir uns

- 1) das Unterrichtsziel zu definieren,
- 2) Information nicht in zu langen Abschnitten
und zu schnellem Tempo anzubieten,
- 3) klare Texte bereitzustellen,
- 4) den Text nicht zu leise und zu monoton
vorzutragen,
- 5) keine zu kleinen oder zu ornamentalen Buch-
staben für die Plakate zu benutzen,
- 6) keine zu komplizierten Symbole oder Bilder
zu entwerfen,
- 7) nicht nur eine einzige Art der Darstellung
zu gebrauchen. 15)

Um diese Vorstellungen zu verwirklichen, ist die Anschaffung folgender technischer Hilfsmittel zu empfehlen:

- 1 Tapetenschneider
- 3 Scheren
- 1 Zirkel
- 2 Lineale
- 2 Gläser weiße Tusche, Pelikan 18, 2 ccm

- 2 Gläser schwarze Tusche, Tjta china
- 1 Federhalter
- 4 Zeichenfedern
- 2 Pinsel
- 2 schwarze Filzstifte
- 3 Tuschestifte, Varioscript 4, 6, 8 mm
- 2 Bänder Tesafilm, schwarz, Tesaflex 5479
- 4 Zeichenschablonen:
 - 1 Rotring Art. 8683
 - 1 " " 8780
 - 1 " " 8748
 - 1 Standardgraph Nr. 313
- 2 Buchstabenschablonen:
 - 201/6 Standardgraph PEN U 56
 - 201/12 " PEN U 512
- 12 Bleistifte Faber Castell 2
- 2 Radiergummis
- 17 Letrasetbuchstaben weiß:
 - 5 Blätter Nr. 723
 - 5 " " 724
 - 2 " " 754
 - 3 " " 755
 - 1 Blatt " 2446
 - 1 " " 2451
- 3 Letrasetbuchstaben schwarz:
 - 2 Blätter Nr. 754
 - 1 Blatt " 755
- 20 Kartonblätter schwarz 100 x 70 cm
- 10 m Klarsichtfolie

3) Wissenschaftliche Vorarbeiten

Im Rahmen der Erstellung von Fernsehspots ist eine intensive Beschäftigung mit theoretischen und praktischen Grundlagen zum zu verfilmenden Thema unabdingbare Voraussetzung. Erst die genaue Kenntnis des zu verfilmenden Stoffes erlaubt ein didaktisch sinnvolles Vorgehen beim Aufbau des Drehbuches. Die Zuhilfenahme von Lehrbüchern und Veröffentlichungen, sowie Diskussionen mit Institutsangehörigen erlauben Kriterien zu finden, die in den Fernsehspot eingebaut werden müssen.

Zu den wissenschaftlichen Vorarbeiten gehört auch das Erlernen der labortechnischen Handfertigkeiten. Durch mehrmonatiges Mitarbeiten im Labor erhielt ich mit Hilfe der dort tätigen Professoren bzw. Assistenten eine Anleitung zum wissenschaftlichen Arbeiten. Während dieser Zeit erlernte ich neben der Technik der Gelpräzipitation die Beurteilung und Auswertung der Ergebnisse, sowie die Beachtung der Unzahl von Fehlermöglichkeiten bei dieser Art immunologischer Testverfahren.

Bei vielen anfallenden Arbeiten im Labor wurde oft über die Relevanz der Untersuchung diskutiert, sowie seitens der Dozenten auf Schwierigkeiten im studentischen Verstehen in den Vorlesungen hingewiesen. Diese Diskussion trug maßgeblich zur Entwicklung einer didaktischen Konzeption für die Filme bei.

4) Personelle Voraussetzungen

Im vorliegenden Fall ist zur Erstellung eines Fernsehspots mit der zur Verfügung stehenden Ausrüstung eine personelle Besetzung mit 4 Personen anzustreben.

Folgende Arbeitsaufteilung erläutert den Sinn dieser Maßnahme:

Die 1. Person sitzt am Arbeitstisch und führt die Versuche vor.

Die 2. Person fungiert als 1. Kameramann, wobei sie die Kamera Nr. 1, die hauptsächlich für Nahaufnahmen benutzt wurde, und die Superimposing-Kamera führen muß. Außerdem obliegt ihr das Anschlagen von Schriften und Bildern an die Magnetwände.

Die 3. Person wird als 2. Kameramann eingesetzt, wobei sie Kamera Nr. 2 bedient, die hauptsächlich für Schwenks benötigt wird. Zusätzlich führt sie die Beleuchtung der Bildszenen aus.

Die 4. Person sitzt hinter dem Mischpult und hat somit die wichtigste Aufgabe. Sie kontrolliert nicht nur die Kameraführung auf 3 jeder Kamera zugeordneten Eingangsmonitoren, sondern ihr obliegt auch die Herstellung des endgültigen Fernsehbildes durch Mischen der verschiedenen Kamerabilder. Außerdem fungiert sie als Regisseur. Sie gibt Regieanweisungen.

Dieser Arbeitsaufteilung folgten wir, wobei jeder von uns sich mit den 4 verschiedenen Aufgabenbereichen vertraut machte. Dies erscheint besonders wichtig, als dadurch die Verständigung in technischer Hinsicht untereinander erleichtert wird. Weiterhin kann jede Aufgabe von einem anderen Teammitglied übernommen werden.

Das Verständnis für das Arbeiten in einem Fernsehstudio ist somit in einem besseren Ausmaß gegeben. So brauchten bei einem Krankheitsfall die Dreharbeiten nicht kurzzeitig unterbrochen werden, sondern ein anderer übernahm dann zusätzlich die Arbeit des Erkrankten.

C SPEZIELLER TEIL

Die Aufgabenstellung meiner Doktorarbeit lautet im Rahmen des vom mikrobiologischen Instituts angestrebten audiovisuellen Programmes in einem 4-köpfigen Team Fernsehspots zu erstellen und entsprechend dazu Begleittexte auszuarbeiten. Außerdem soll in unserer Dissertation die technische Arbeitsweise bei der Erstellung eines Fernsehspots schriftlich festgehalten werden.

Die Spots sollen bereits vorhandenes Wissen, welches schon anderweitig vorgetragen wurde, verfestigen, eventuell vorhandene Unsicherheiten dem Studenten aufzeigen und wenn möglich zur Klärung der aufgeworfenen Schwierigkeiten beitragen.

Für Studenten, die nach Ansehen des Filmes, die dort dargestellte Thematik noch einmal aufarbeiten wollen, werden Begleittexte ausgegeben, in denen die wichtigsten Kriterien allgemein verständlich zusammengefaßt sind.

Von den insgesamt 13 dem Team gestellten Themen wurde mir die Bearbeitung von folgenden 3 Fernsehspots zugewiesen:

- 1) Immunpräzipitation
- 2) Labortechnische Nutzanwendungen, der in der Heidelberger Kurve dargestellten Gesetzmäßigkeit:
 - a) Überschichtungstest
 - b) Agargelpräzipitationstest nach Ouchterlony
- 3) Immunelektrophorese

In diesen 3 Spots versuche ich labortechnische Nutz-
anwendungen darzustellen, die aus räumlichen und zeit-
lichen Gründen nicht im Kurs demonstriert werden können.
Weiterhin wird in Spot 1 und 2 das dazu nötige theore-
tische Grundwissen wiederholt.

Operationale Lernziele:

Der Aufbau eines Praktikums entsprechend der beschriebenen Form unter Anwendung audiovisueller Hilfsmittel führt weg von der reinen Theorie und vermittelt den Studenten den Bezug zur praktischen Anwendung des Erlernten. Damit besteht eine direkte Lernmotivation in Bezug zu seinem späteren Beruf als Arzt.

Am Ende eines jeden Spots sollen die Studenten in der Lage sein die jeweiligen operationalen Lernziele definieren zu können. In den Lehrfilmen soll nicht nur Wissen angeboten bzw. gefestigt werden, sondern es müssen gleichzeitig meßbare Leistungen und Verhaltensweisen von Studenten erbracht werden, mit denen dem Lehrenden eine Kontrolle der Effektivität seines Unterrichts gegeben wird. Lernziele, die auf diese Art und Weise einen Erfolgsnachweis führen können, nennt man operational. 16)

Definition der operationalen Lernziele im Fernsehspot 1:

"Immunpräzipitation"

Der Student soll nach Ablauf des Filmes und Durcharbeiten des Begleittextes erklären,

- 1) was man unter Präzipitation im Allgemeinen versteht,
- 2) welcher Unterschied zwischen spezifischer und unspezifischer Präzipitation besteht,
- 3) welche Gesetzmäßigkeit in der Heidelberger Kurve dargestellt wird und welcher Versuch ihr zugrunde liegt.

Es ist darauf hinzuweisen, daß der Student in diesem Film keine Primärinformation angeboten bekommt, sondern er muß schon durch den Dozenten vorgebildet sein.

Spot 1 : Immunpräzipitation

Hilfsmittel : Serumglobuline

Ammoniumsulfat

Antigenlösung

Antikörperlösung

Kochsalzlösung

Zentrifuge

10 Reagenzgläser

Reagenzglasständer

Spritzflasche

Pipette

Zeigestab

Plakate : Titel: "Immunpräzipitation"

- 1) "Präzipitation = Bildung eines sichtbaren Niederschlages aus einer Lösung"
- 2) "unspezifische Präzipitation"
- 3) "Ag + Immuserum"
- 4) "Hochspezifische Reaktion"
- 5) Trickpassage: spezifisch-unspezifisch
- 6) Trickpassage: Vernetzung
- 7) "isotonische NaCl-Lösung"
- 8) "unspezifisch"
- 9) "spezifisch"

- 10) "sichtbare Präzipitation bei äquivalentem Mengenverhältnis zwischen Ag und Ak"
- 11) Heidelberger Kurve
- 12) "Ak-Menge: konstant"
- 13) Ag-Menge: Keil
- 14) "24 Stunden stehenlassen"
- 15) Glockenkurve
- 16) Folien: "Maximum"
"Ak-Überschuß"
"Ag-Überschuß"
- 17) Bild mit Ak im Überstand
- 18) Trickpassage: Überstand: freies Ag
und lösliche Immunkomplexe
 - a) Folie: Ag
 - b) Folie: lösliche
Immunkomplexe

Kameraeinstellung

harter Schnitt: K 3: Titel

harter Schnitt: K 3:

Präzipitation = Bildung eines sichtbaren Niederschlages aus einer Lösung"

harter Schnitt: K 1

+ K 3 Superimposing: "Unspezifische Präzipitation"

harter Schnitt: K 1

harter Schnitt: K 1

+ K 3 "Antigen + Immuns-
serum"

Text

IMMUNPRÄZIPITATION

Präzipitation heißt Bildung eines mit bloßem Auge sichtbaren Niederschlages aus einer Lösung.

Die hier gezeigte Ausfällung der Serumglobuline durch Zugabe von Ammoniumsulfat ist eine unspezifische schnell ablaufende Präzipitation: alle Eiweißkörper, die über bestimmte physikalisch-chemische Eigenschaften verfügen, werden dabei ausgefällt. Zum Vergleich noch einmal links die Lösung vor und rechts nach der Präzipitation.

Mischt man ein Antigen mit einem Immuns-
serum, welches homologe Antikörper enthält, so entsteht nach längerer Inkubationszeit ebenfalls eine Präzipitation. Die hier gezeigte Darstellung

harter Schnitt: K 1
+ K 3: "hochspezifische
Reaktion"

harter Schnitt: K 3: Ag

harter Schnitt: K 3 + Folie
(Ag + Ak)

harter Schnitt: K 3: Ver-
netzung

harter Schnitt: K 3 + Folie
(Ag)

harter Schnitt: K 3 + Folien
(2) (Ag u. Ak)

harter Schnitt: K 1
Schwenk auf K 2

harter Schnitt: K 1

harter Schnitt: K 1
+ K 3: "isotonische
NaCl-Lösung"

harter Schnitt: K 1

wurde aus Anschauungs-
gründen zeitlich gerafft.

Diese Reaktion ist
hochspezifisch. Es werden
nur diejenigen Bestandteile
aus der Immunserum- und
Antigenlösung ausgefällt,
die als Immunaggregat mit-
einander spezifisch reagie-
ren.

Das Immunpräzipitat
besteht aus riesengroßen
Vernetzungen zwischen poly-
valenten Antigenmolekülen
und den bivalenten
Antikörpermolekülen.

Man kann nun ruhig das
Immunpräzipitat abschleu-
dern, den Überstand abpi-
pettieren und das Präzipitat
in Kochsalzlösung resuspen-
dieren.

Das Immunpräzipitat ver-
ändert sich bei diesem
Waschprozeß nicht. Im
Gegensatz dazu löst sich bei
der unspezifischen Ausfäll-

lung das Präzipitat wieder auf.

harter Schnitt: K 1

+ K 3: "unspezifisch"
"spezifisch"

Zum Vergleich noch einmal links das unspezifische, rechts das spezifische Präzipitat nach dem Waschvorgang.

harter Schnitt: K 3: "Sichtbare Präzipitation bei äquivalentem Mengenverhältnis zwischen Ag u. Ak"

Die Reaktion zwischen Antigen und Antikörper führt nur dann zu einem sichtbaren Präzipitat, wenn ein geeignetes Mengenverhältnis zwischen Antigen und Antikörper vorliegt.

harter Schnitt: K 3: Heidelberger Kurve

Diese Gesetzmäßigkeit findet ihren Ausdruck in der Präzipitationskurve nach Heidelberger.

harter Schnitt: K 1

Der zugrundeliegende Versuch wird im Folgenden gezeigt:

+ K 3: "Ak-Menge:konstant"

In eine Reihe von Röhrchen wurde bei gleichem Volumen eine konstante Menge von antikörperhaltigem Serum gefüllt. Wir geben jetzt in jedes Röhrchen das homologe Antigen.

harter Schnitt: K 1

+ K 3: "Ag-Menge: 0....."

harter Schnitt: K 3: "24 Stunden stehenlassen"

harter Schnitt: K 1

+ K 3: Glockenkurve

harter Schnitt: K 1

+ K 3: Kurve + Folie
(Pfeil, Maximum)

harter Schnitt: K 1

+ K 3: Kurve + Folie
(Ak-Überschuß)

+ K 2: (langsam durchschieben) Bild mit Ak
im Überstand

Die Antigenmenge wird von Null an mit jedem Röhrchen gesteigert.

Die Röhrchenreihe wird 24 Stunden bei Zimmertemperatur stehengelassen.

Man sieht am Ende dieser Zeit, daß die Präzipitatenmenge zunächst von Röhrchen zu Röhrchen ansteigt, bis sie in der Mitte der Reihe ein Maximum erreicht. Steigen die Antigendosen noch weiter, so nimmt die Menge des Präzipitates wieder ab, bis bei sehr großen Mengen von Antigen überhaupt kein Präzipitat mehr sichtbar wird.

In der linken Hälfte der Röhrchenreihe herrscht Antikörperüberschuß. Nach vollem Niederschlag des Antigens bleiben noch Antikörper im Überstand zurück.

harter Schnitt: K 1

+ K 3: Kurve + Folie
(Äquivalenzzone)

harter Schnitt: K 1

+ K 3: Kurve + Folie
(Ag-Überschuß)

harter Schnitt: K 2: 18) Bild
mit Überstand

harter Schnitt: K 2 + Folie(Ag)

harter Schnitt: K 2 + 2 Folien
(18a, b)

weich ausblenden von K 2

Die Mitte der Röhrchenreihe repräsentiert die Äquivalenzzone. Hier ist der gesamte Betrag an Antikörper mit dem gesamten Betrag an Antigen in das Präzipitat übergegangen. Der Überstand enthält weder Antigen, noch Antikörper.

In der rechten Hälfte der Röhrchenreihe herrscht Antigen-Überschuß.

Von den gebildeten Antigen-Antikörperkomplexen vernetzt sich nur ein Teil zum sichtbaren Niederschlag, ein anderer Teil bleibt als nicht vernetzter Immunkomplex in Lösung. Der Überstand enthält übriggebliebenes Antigen und lösliche Immunkomplexe, jedoch keinen freien Antikörper.

BEGLEITTEXT ZU SPOT I

"IMMUNPRÄZIPITATION"

Präzipitation = Bildung eines mit bloßem Auge sichtbaren Niederschlages aus einer Lösung.

Man unterscheidet zwischen einer unspezifischen und einer spezifischen Präzipitation.

unspezifische Präzipitation = chemische Ausfällung von Eiweiß durch Salze. In diesem Spot beispielsweise bestimmter Serumproteine durch Ammoniumsulfat.

Alle Eiweißkörper, die über bestimmte physikalisch-chemische Eigenschaften verfügen, werden dabei ausgefällt.

spezifische Präzipitation = Niederschlagsbildung, die beim Mischen von äquivalenten Mengen eines Antigens und seinem homologen Antikörper entsteht.

Das Immunpräzipitat kommt durch vielfache Vernetzungen zwischen mindestens bivalenten Antikörpermolekülen und polyvalenten Antigenmolekülen zustande.

Sichtbare Unterscheidungsmerkmale: spezifische -
unspezifische Präzipitation

Die immunologische Präzipitationsreaktion ist zwar grob betrachtet ihrem äußeren Ablauf nach mit einer chemischen Fällungsreaktion vergleichbar, bei längerer intensiver Beobachtung fallen jedoch wesentliche Unterschiede auf.

Hauptunterscheidungsmerkmale:

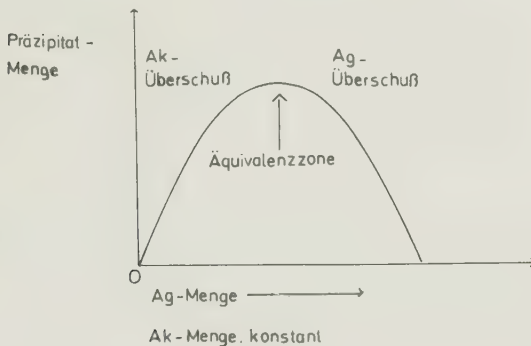
1) Ag und Ak reagieren bei der spezifischen Präzipitation erst nach längerer Inkubationszeit (ca. 15 - 30 min) zu einem sichtbaren spezifischen Präzipitat. Bei der unspezifischen Ausfällung hingegen bildet sich sofort ein Niederschlag.

2) Das Immunpräzipitat kann ruhig abgeschleudert und in Kochsalzlösung aufgeschwemmt werden, ohne, daß es sich verändert.

Im Gegensatz dazu löst sich die unspezifische Präzipitation bei diesem Waschprozeß sofort wieder auf.

Darstellung der Heidelberger Kurve

Die Gesetzmäßigkeit, daß äquivalente Mengen von Ag und Ak ein unlösliches Präzipitat bilden, findet ihren Ausdruck in der Präzipitationskurve nach Heidelberg.



Ihr liegt folgender Versuch zugrunde:

In eine Reihe von Röhrchen wird bei gleichem Volumen eine konstante Menge von antikörperhaltigem Serum gefüllt. Danach erhält jedes Röhrchen das homologe Ag. Die Ag-Menge wird von Null an mit jedem Röhrchen gesteigert. Nach einer Inkubationszeit von 24 Stunden sieht man, daß die Präzipitatenmenge zunächst bis zu einem Maximum zunimmt, von da an jedoch wieder soweit abfällt, bis überhaupt kein Präzipitat mehr sichtbar ist. Die Menge des entstehenden Präzipitates wird gemessen. 10)

Beim Auftragen der Präzipitatsmenge gegen die Menge des zugesetzten Antigens bei konstantem Ak-Gehalt ergibt sich eine Glockenkurve, die sog. Heidelberger Kurve.

Erklärung

Die Untersuchung ergibt, daß in der linken Hälfte der Röhrrchenreihe = aufsteigender Schenkel der Kurve, Ak-Überschuß herrscht.

Nach vollem Niederschlag des Antigens bleiben noch Ak im Überstand zurück.

Die Mitte der Röhrrchenreihe = Scheitelpunkt der Kurve, repräsentiert die Äquivalenzzone. Hier sind im Überstand weder freies Ag, noch ungebundene Ak vorhanden.

In der rechten Hälfte der Röhrrchenreihe = absteigender Schenkel der Kurve, herrscht Ag-Überschuß. Der Überstand enthält freies Ag und lösliche Immunkomplexe, jedoch keinen freien Ak.

Von den gebildeten Ag-Ak-Komplexen vernetzt sich nur ein Teil zum sichtbaren Niederschlag. Ein anderer Teil bleibt als nicht vernetzter Immunkomplex in Lösung. 10, 11, 17, 20)

Labortechnische Anwendungen der Heidelberger Kurve

Die in der Kurve nach Heidelberger verankerte Gesetzmäßigkeit wird zur Ag- bzw. Akbestimmung in folgenden wichtigen labortechnischen Tests ausgenutzt:

- 1) Präzipitation in flüssigem Milieu durch Überschichtung
- 2) Präzipitation in Agargel:
 - a) Elek-Platte
 - b) Quichterlony
 - c) Immunelektrophorese

10)

Lernzieldefinition von Fernsehspot 2:

"Labortechnische Nutzenanwendungen, der in der Heidelberger Kurve dargestellten Gesetzlichkeit"

Der Student soll nach Ansehen des Filmes in der Lage sein unterscheiden zu können

- 1) was ein Überschichtungstest ist,
- 2) was ein Ouchterlony ist,
- 3) in welchem Bezug diese Tests zur Gesetzlichkeit in der Heidelberger Kurve stehen,
- 4) wann der Überschichtungstest und wann der Ouchterlonytest eingesetzt wird,
- 5) wie man identische, teilidentische und distinkte Antigene beim Ouchterlony unterscheidet.

Dieser Spot baut auf dem Film "Immunpräzipitation" auf. Auch dieser Film bietet wie Spot 1 keine Primärinformation.

Spot 2 : Labortechnische Nutzenwendungen,
der in der Heidelberger Kurve
dargestellten Gesetzlichkeit

Hilfsmittel : a) Überschichtungstest

Immunserum

Antigenlösung

Röhrchen

Pipette

b) Ouchterlony

Immunserum

Antigenlösung

6 mit Agargel beschichtete Objektträger

Objektträgerrahmen

Stanzer

Saugvorrichtung

Eppendorff-Pipette

Rahmenhalter

feuchte Kammer

ungefärbte Platte mit Präzipitation

gefärbte Platte mit Präzipitation

bei distinkten

identischen

teillidentischen Antigenen

Plakate

: Titel: "Labortechnische Nutzenwendungen,
der in der Heidelberger Kurve dargestellten
Gesetzlichkeit"

1) "Überschichtungstest"

2) "Agargelpräzipitationstest nach
Ouchterlony"

3) "Immunserum"

4) "Ag-Lösung"

5) Trickpassage: Diffusion (Überschich-
tungstest)

6) Trickpassage: Äquivalenzbedingungen
(Überschichtungstest)

7) Trickpassage: Diffusion (Ouchterlony)

8) Trickpassage: "Antigene sind
distinkt
identisch
teillidentisch"

<u>Kameraeinstellung</u>	<u>Text</u>
harter Schnitt: K 3: Titel	<u>LABORTECHNISCHE NUTZANWEN-</u> <u>DUNGEN DER IN DER HEIDELBER-</u> <u>GER KURVE DARGESTELLTEN GE-</u> <u>SETZLICHKEIT</u>
harter Schnitt: K 3: Schrift 1)	Hierzu bieten sich unter anderem 2 Wege an, nämlich der einfache Überschich-
harter Schnitt: K 3: Schrift 2)	tungstest und der Agargel- präzipitationstest nach Ouchterlony.
weich einblenden von K 1 hart ausblenden von K 3 + K 3: Schrift 3)	Beim Überschichtungstest wird das Immunserum in ein Röhrchen pipettiert.
+ K 3: Schrift 4)	Hierauf läßt man die spezi- fisch leichtere Antigenlösung vorsichtig nachlaufen, sodaß die Antigenlösung auf dem Immunserum schwimmt.
harter Schnitt: K 1	Die Berührungsstelle zwischen Antigen und Anti-
+ K 3: Pfeile	körper kann man als optische Diskontinuität sehen.
harter Schnitt: K 1	Es diffundieren jetzt das antikörperhaltige Serum und die Antigenlösung gegenein-
+ K 3: Trickpassage: Diffu- sion (Überschichtungstest)	ander.

harter Schnitt: K 3: Trick-
passage:
Äquivalenzbedingungen

harter Schnitt: K 1
+ K 3: Pfeile

harter Schnitt: K 1
+ K 3: Pfeile

harter Schnitt: K 3: Schrift 2)
weich einblenden: K 2
hart ausblenden: K 3

weicher Schnitt: K 2

+ K 3: Schrift 3)

Auf diese Weise entstehen
auf kurzem Raum 2 gegenläu-
fige Konzentrationsgradienten.

An einem Punkt dieses Systems
sind die Äquivalenzbedingun-
gen mit Sicherheit gegeben.
Hier kommt es zur Immun-
präzipitation.

Bei dem Überschichtungs-
test können wir nicht sagen,
ob ein oder mehrere Antigene
mit ihrem Antikörper präzi-
pitieren. Die Präzipitations-
zone des gegenläufigen Kon-
zentrationenabfalls ist zu
kurz.

Hier liefert der eindi-
mensionale Ouchterlony die
erforderliche Differenzie-
rung.

In einer Platte aus durch-
sichtigem Agargel stanzt man
2 Löcher im Abstand von et-
wa 5 mm. In das eine Loch
füllt man das Immunserum,
in das andere Loch pipettiert
man die als homolog angese-

+ K 3: Schrift 4)

harter Schnitt: K 1: Leerbild
weich einblenden: K 2

harter Schnitt: K 3: Trick-
passage: Diffusion
(Ouchterlony)

harter Schnitt: K 1

harter Schnitt: K 3: Trick-
passage Schriften Nr. 8)

harter Schnitt: K 1 + K 3:
"serologisch distinkt"

harter Schnitt: K 1 + K 3:
"identisch"

harter Schnitt: K 1 + K 3:
"teilidentisch"

K 3 hart ausblenden

hene Antigenlösung.

Danach inkubiert man die
Agarplatte für 24 Stunden in
einer feuchten Kammer.

Auch hier entstehen jetzt
2 gegenläufige Konzentra-
tionsgradienten. An einem
bestimmten Punkt ist für ein
vorgegebenes Antigen und sei-
nen homologen Antikörper die
Äquivalenzzone gegeben.
Sie ist als Bande sogar
schon auf der ungefärbten
Platte sichtbar.

Der Ouchterlony gibt Hin-
weise dafür, ob 2 Antigene
serologisch distinkt, iden-
tisch oder teilidentisch sind.

Bei serologisch distinkten
Antigenen schneiden sich die
Präzipitationslinien.

Bei identischen Antigenen
gehen sie vollständig inein-
ander über,

bei teilidentischen gehen
sie nur teilweise ineinander
über.

Es kommt zur Spornbildung.

BEGLEITTEXT ZU SPOT 2

"LABORTECHNISCHE NUTZANWENDUNGEN, DER IN DER HEIDELBERGER
KURVE DARGESTELLTEN GESETZLICHKEIT"

- 1) ÜBERSCHICHTUNGSTEST
- 2) AGARGELPRÄZIPITATIONSTEST NACH OUCHTERLONY

1) Überschichtungstest

Der Überschichtungs- oder Ringtest stellt die einfachste Form der Präzipitationsreaktion dar.

Mischen wir das zu untersuchende Immunserum einfach mit einer herausgegriffenen Verdünnung der Ag-Lösung im Reagenzglas, so kann trotz der Anwesenheit von Ak die Niederschlagsbildung ausbleiben, wenn die Ag-Menge so groß ist, daß sie zu den Bedingungen des Ag-Überschusses führt. Der Test muß aber so angelegt sein, daß die Bedingungen der Äquivalenzzone nicht verfehlt werden können. 20) ,

Praktische Durchführung:

Die Vermischung von Ag-Lösung und Antiserum verhindert man, indem man die spezifisch leichtere Ag-Lösung in einem engen Röhrchen sorgfältig auf das Antiserum nachlaufen läßt, sodaß die Ag-Lösung auf dem Immunserum schwimmt (Überschichtung).

Bei positiver Reaktion bildet sich an der Berührungsebene der beiden Flüssigkeiten ein weißer Präzipitationsring. 9, 10, 14, 17)

Erklärung:

Ausgehend von der Berührungsstelle der beiden flüssigen Phasen diffundieren nun das ak-haltige Serum in die Ag-Lösung, und umgekehrt die Ag-Lösung in das Serum. Auf diese Weise entstehen auf kurzem Raum zwei voneinander unabhängige, gegenläufige Konzentrationsgradienten. An einem Punkt dieses Systems sind die Äquivalenzbedingungen mit Sicherheit gegeben. Hier kommt es zur Immunpräzipitation (Ring).

Nachteil:

Dieser Ring- oder Überschichtungstest gibt nur eine summarische Aussage darüber, ob in dem verwendeten System eine Ag-Ak-Präzipitation stattfindet.

Eine Unterscheidung, ob ein oder mehrere Antigene mit ihrem Ak präzipitieren ist nicht möglich. Die Präzipitationszone des gegenläufigen Konzentrationsabfalles ist zu kurz. 14, 17)

2) Agargelpräzipitationstest nach Ouchterlony

Durch die sogenannte Doppeldiffusion nach Ouchterlony ist man in der Lage, eine qualitative Differenzierung der verschiedenen Antigene bzw. Antiseren vorzunehmen.

Praktische Durchführung:

Bei dieser Methode werden in Agargel, das gleichmäßig dick auf Objektträgern ausgegossen wird und erstarrt ist, Löcher ausgehoben, die mit Ag- bzw. Ak-Lösung gefüllt werden. Danach inkubiert man die Agarplatte für 24 Stunden in einer feuchten Kammer.

Nach dieser Zeit bilden sich meist bogenförmige, weiße Präzipitationslinien. 3, 9, 10, 14, 17, 18, 20)

Diese Präzipitationsbanden können nun nach der im Begleittext: "Immunelektrophorese" dargestellten Technik fixiert und gefärbt werden.

Erklärung:

Antigen- und Ak-Lösung diffundieren nun radial aufeinander zu. Auch hier entstehen jetzt zwei gegenläufige Konzentrationsgradienten. An der Stelle, wo Ag und Ak in äquivalenten Mengenverhältnissen aufeinandertreffen, bildet sich eine Präzipitationslinie aus.

Zuerst wird sich die Linie dort bilden, wo die beiden Löcher sich am nächsten sind und später sich dann nach beiden Seiten hin ausdehnen. 9)

Jedes einzelne Ag aus dem Ag-Gemisch bildet eine isolierte Präzipitationslinie, die je nach Diffusionsgeschwindigkeit und Konzentration dieses Antigens näher oder weiter entfernt vom Ausgangspunkt lokalisiert ist. Die Diffusionsgeschwindigkeit hängt vor allem von der Molekülgröße ab. Hochmolekulare Proteine (z.B. - Globuline) werden in geringerer Entfernung vom Ausgangspunkt präzipitiert als Antigene niedrigeren Molekulargewichts (z.B. Albumin).

Unter diesen Umständen kommt es zwischen den beiden Löchern zu mehreren Präzipitationslinien.

3, 17)

Das Hauptanwendungsgebiet der Ouchterlony-Technik besteht im Vergleich verschiedener Antigen-Antikörpersysteme.

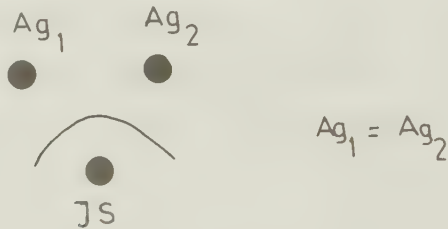
Wenn man ein Immunserum mit unterschiedlichen Antigenen im Ouchterlony reagieren läßt, so findet man

3 Grundtypen von Reaktionsausfällen:

1. die immunologische Identität
2. die Unterschiedlichkeit
3. die Verwandtschaft der Antigene.

zu 1) Immunologisch identische Proteine Ag_1 , Ag_2
in benachbarten Löchern ergeben Präzipitations-
linien, die lückenlos ineinander übergehen.

Dies beweist, daß Ag_1 eine Antigenkomponente
enthält, die mit derjenigen in Ag_2 immunologisch
identisch ist.

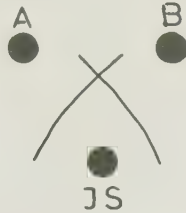


zu 2) Bei verwandten bzw. teilidentischen Proteinen
ist ein ähnliches Verschmelzen der Banden zu
beobachten. Aber es kommt zusätzlich zu einer
Spornbildung, die sich über den Verschmelzungs-
punkt hinaus erstreckt.



Ag A hat eine zusätzliche Antigen determinante,
die bei B nicht vorhanden ist, und die mit
einem homologen Antikörper reagieren kann, der
das Ag B nicht erfaßt.

zu 3) Bei serologisch unterschiedlichen bzw. distinkten Proteinen schneiden sich die Präzipitationslinien.



Die Lage der Präzipitationslinien wird ausschließlich durch die relative Konzentration von Antigen und Antikörper bestimmt. Wenn die Präzipitationslinien lang genug sind, schneiden sie sich. 3)

Nachteil:

Der Ouchterlonytest hat dort eine Grenze, wo keine reinen Antigenpräparationen zur Verfügung stehen und mit Proteingemischen gearbeitet werden muß. 17) Es kann nämlich zur Ausbildung von mehreren Präzipitationslinien nebeneinander kommen, die eine exakte Bestimmung eines spezifischen Antigens nicht zulassen.

Lernzieldefinition Spot 3:

"Immunelektrophorese"

Die Studenten sollen nach Anschauen des Filmes "Immun-
elektrophorese"

- 1) grob erklären können, was eine Immunelektrophorese ist,
- 2) die 2 Hauptarbeitsgänge bei einer Immunelektrophorese unterscheiden können,
- 3) ihren Bezug zur Heidelberger Kurve kennen,
- 4) den wichtigsten Vorteil der Immunelektrophorese gegenüber dem Ouchterlony erklären können.

Dieser Spot ist nur im Zusammenhang mit den anderen beiden Filmen ablaufen zu lassen, da Spot 1 und 2 die Grundlage für Spot 3 bilden.

Spot 3 soll im Gegensatz zu den anderen beiden Filmen, in denen sowohl praktische Ausführung gezeigt wird, als auch Theorie kurz wiederholt wird, nur einen kurzen Überblick über die wichtigsten technischen Schritte der Immunelektrophorese geben. Theoretische Informationen entfallen fast vollkommen.

Spot 3 : Immunelektrophorese

Hilfsmittel : (nach Reihenfolge des Filmes)

Objektträger mit vollständiger Auftrennung
des Proteingemisches (Humanserum), angefärbt
6 mit Agargel beschichtete Objektträger,
bereits vorgestanz
1 Objektträgerrahmen
Eppendorfpipette 10 ul + Spitzen
Antigenlösung
Elektrophoresekammer
Pufferlösung
Papierstreifen
Präparat mit elektrophoretisch aufgetrenn-
ten Proteinen
Gelmesser
Antiserum
feuchte Kammer
Rahmenhalter
Präparat mit Präzipitation, ungewaschen,
ungefärbt
Behälter mit 1%-iger NaCl-Lösung
Präparat mit Präzipitation, ausgewaschen
und getrocknet
Behälter mit Coomasie-Blue
Präparat mit Präzipitation, vollständig
fixiert: Ouchterlony
Präparat mit Präzipitation, vollständig
fixiert: Immunelektrophorese

Plakate

: (nach Reihenfolge des Filmes)

Titel: "Immunelektrophorese"

- 1) Folie: "zweidimensional"
- 2) "1. Elektrophoretische Auftrennung
des Proteingemisches"
- 3) Trickpassage: "Elektrophoretische
Auftrennung"
- 4) "2. Immunpräzipitation nach Ouchterlony"
- 5) "Diffusion"
- 6) "Auswaschen der nicht präzipitierten
Proteine"
- 7) "Färbung"
- 8) "Ouchterlony"
- 9) "Immunelektrophorese"
- 10) "größere Trennschärfe"

Kameraeinstellung

harter Schnitt: K 3: Titel
harter Schnitt: K 3: + Folie
"zweidimensional"

harter Schnitt: K 1

harter Schnitt: K 3 Schrift 2)

weich einblenden: K 1

hart ausblenden: K 3

harter Schnitt: K 2

harter Schnitt: K 1

Text

IMMUNELEKTROPHORESE

Die Immunelektrophorese ist ein analytisches Auftrennverfahren. Sie wird in der Klinik zur Darstellung der humanen Plasmaproteine eingesetzt.

Die Immunelektrophorese beruht auf der Anwendung zweier Prinzipien.

In einem 1. Akt wird das zu untersuchende Proteingemisch auf Agargel beschichteten Objektträgern elektrophoretisch aufgetrennt.

Man füllt dazu das Patientenserum in ein Agarloch und stellt den Rahmen mit den Agargelpräparaten in eine Elektrophoresekammer. Durch Auflegen der mit einer Pufferlösung in Verbindung stehenden Papierstreifen wird der Stromkreis geschlossen.

harter Schnitt: K 3:

Trickpassage:

"Elektrophoretische
Auftrennung"

harter Schnitt: K 3

"Immunpräzipitation nach
Ouchterlony"

weich einblenden: K 1

harter Schnitt: K 2

+ K 3 Superimposing:
"Diffusion"

harter Schnitt: K 1

Nach Einschalten des Stromes wandern die Plasmaproteine entsprechend ihrer Ladung und Größe vom Startloch aus in Richtung auf die elektrischen Pole.

In einem 2. Akt trennt man die elektrophoretisch dargestellten Proteinfractionen jeweils nach dem Prinzip des Ouchterlonytests immunologisch auf.

Man hebt zu diesem Zweck den Agar aus einer vorgestanzten Rinne und füllt sie mit einem polyvalenten, d.h. gegen alle humanen Plasmaproteine gerichteten Antiserum.

Sodann inkubiert man die Agarplatte für 24 Stunden in einer feuchten Kammer.

Die Ak diffundieren nun gegen die elektrophoretisch aufgetrennten Proteine und bilden in der betreffenden Äquivalenzzone eine bogenförmige Präzipitationslinie.

harter Schnitt: K 3; Schrift 6)

weich einblenden: K 2

hart ausblenden: K 3

harter Schnitt: K 1

+ K 3: "Färbung"

harter Schnitt: K 1

+ K 3 Superimposing:
"Ouchterlony"

+ K 3: "Immunelektro-
phorese"

+ K 3: "größere Trenn-
schärfe"

hart ausblenden: K 3

weich ausblenden: K 1

Danach werden die nicht
präzipitierten Proteine aus-
gewaschen.

Zu diesem Zweck werden die
Präparate für 1 - 2 Tage in
eine 1%-ige NaCl-Lösung ge-
stellt.

Anschließend färbt man
die gewaschenen Proteine
mit Coomasie-Blue oder
Amidoschwarz an.

Im Vergleich zum Ouchter-
lony, bei dem zahlreiche
Präzipitationslinien zusam-
menfallen können, hat die
Immunelektrophorese den Vor-
teil der größeren Trenn-
schärfe.

BEGLEITTEXT ZU SPOT 3

"IMMUNELEKTROPHORESE"

Durch Kombination einer Doppeldiffusionsmethode (Ouchterlonytechnik) mit einer elektrophoretischen Auftrennung im Agarmilieu wurde die Immunelektrophorese entwickelt.

Sie wird dort eingesetzt, wo keine reinen Antigenpräparationen zur Verfügung stehen.

Bei dieser Methode werden Proteingemische aufgrund ihrer antigenen und elektrophoretischen Eigenschaften analysiert. 9)

Prinzip:

Man unterscheidet 2 Hauptarbeitsgänge:

- 1) Elektrophoretische Auftrennung des Proteingemisches
- 2) Immunpräzipitation nach Ouchterlohy

zu 1) Im Agargel wird das als Antigen dienende Proteingemisch durch Anlegen einer Spannung in Längsrichtung des Objektträgers elektrophoretisch in seine verschiedenen Antigenfraktionen aufgetrennt. Dazu stellt man die Präparate für 1 - 3 Stunden in eine Elektrophoresekammer.

Die Proteine wandern dort entsprechend ihrer Ladung und Größe vom Startloch aus in Richtung auf die elektrischen Pole.

zu 2) Nach dieser elektrophoretischen Auftrennung wird das homologene Antiserum in eine parallel zur Elektrophoreseachse stehende Rinne gefüllt.

Die Antikörper wandern nun gegen die aufgetrennten Proteine und bilden in der betreffenden Äquivalenzzone eine bogenförmige Präzipitationslinie. 3, 10, 17)

Nähere Schritte der Immunelektrophorese, sowie die Anfärbung der Proteine sind auf den nächsten Seiten beschrieben.

STANDARDARBEITSWEISE

In 6 mit Agargel beschichtete Objektträger werden Löcher und Rinnen gestanzt. Die in den Löchern befindlichen Agarstückchen werden herausgesaugt.

Hauptarbeitsgänge

I. Elektrophorese

- 1) die zu analysierende Probe wird mit einer 10 μ l Eppendorffpipette in die Löcher gefüllt.

Danach legen wir den Rahmen in die Elektrophoresekammer. Durch Auflegen, der mit einer Pufferlösung in Verbindung stehenden Papierstreifen, auf das Agargel wird der Stromkreis geschlossen. Die Präparate bleiben 1 - 3 Stunden in der Elektrophoresekammer.

II. Immunpräzipitation nach Ouchterlony

- 1) Auftragen des Immunserums:

Nach beendeter Elektrophorese wird aus der vorgestanzten Rille der Agar mittels eines Gelmessers herausgehoben und das Immunserum eingefüllt.

- 2) Inkubation:

Zur Entwicklung der Immunpräzipitate werden die mit Immunserum beschickten Agarplättchen für 24 - 40 Stunden in eine feuchte Kammer gebracht.

Um das Ergebnis einer immunelektrophoretischen Untersuchung für die Auswertung festzuhalten, werden die Immunpräzipitate fixiert.

Fixation

1) Ausspülen des nicht präzipitierten Proteins

Dafür werden die Agarplättchen 1 - 2 Tage mehrmals in 0,9%-iger Kochsalzlösung gewaschen und danach ca. 1 Stunde lang in einer mit destilliertem Wasser gefüllten Schale gewässert.

2) Trocknen

Die so vorbehandelten Agarplättchen werden mit Filtrierpapier bedeckt und getrocknet.

3) Färben

Nach Entfernen des Filterpapiers von der getrockneten Gelschicht werden die Objektträger 15 Minuten in eine Färbelösung gelegt. Meist nimmt man als Färber Coomassie-Blue oder Amidoschwarz.

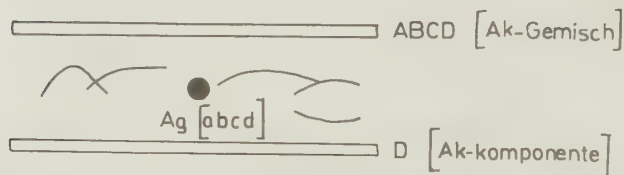
4) Spülen

Die gefärbten Plättchen werden jetzt in einer Spüllösung (Methanol-Essigsäuregemisch) entfärbt. Dabei halten nur die Präzipitatbanden den Farbstoff fest.

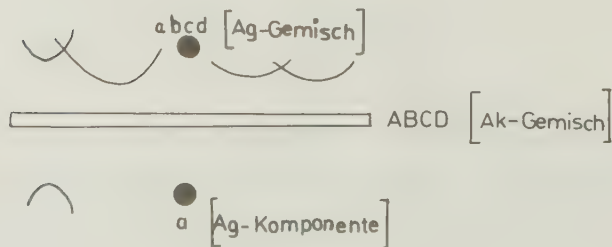
Damit wäre die Fixation beendet.

Es gibt mehrere Möglichkeiten bei der Immunelektrophorese entstandene Präzipitationslinien zu identifizieren:

- I. Eine besondere Linie kann man durch Verwendung eines monospezifischen Antiserums identifizieren, das in eine gesonderte parallel liegende Rinne auf der anderen Seite der Serum-auftragsstelle gegeben wird.



- II. Wenn die reine Serumkomponente zugänglich ist, kann diese gleichzeitig von einem
2. Startpunkt aus elektrophoresiert werden. 9)



Hauptanwendungsgebiete der Immunelektrophorese

Die Immunelektrophorese kann in der Klinik hauptsächlich angewendet werden zur Diagnostik von:

- 1) Dysproteinämien besonders im Immunglobulinbereich
- 2) Antikörpermangelsyndromen
- 3) Angeborenen Proteinmangelerkrankungen

Weitere Anwendungsgebiete finden sich besonders in der Gerichtsmedizin und in der Genetik:

- 4) Proteinuntersuchungen in Körperflüssigkeiten wie Harn, Speichel, Milch, Lymphe, Liquor und in Organextrakten.
- 5) Bestimmung genetisch gesteuerter Serumproteingruppeneigenschaften. 14)

Der Vorteil der Immunelektrophorese gegenüber der Ouchterlonytechnik liegt darin, daß 2 oder mehrere voneinander unabhängige Antigene selten eine zusammenfließende Präzipitationslinie ergeben. 17)

D. DISKUSSION

1) Inhaltliche Gestaltung der Filme

a) Lernzieldefinition

Die wichtigste Grundlage zur Erstellung eines Lehrfilmes ist die Lernzieldefinition.

Bevor man aber Lernziele definiert, muß man sich darüber im Klaren sein, was Lernziele überhaupt sind, was sie dem Studenten, aber auch dem Dozenten bieten, und wie sie definiert werden.

Aus Lernzielen kann der S t u d e n t entnehmen, was er nach der Bearbeitung eines Themas tun soll, um seinen Lernerfolg nachzuweisen.

Dem L e h r e n d e n dienen Lernziele als Hilfe um Verfahren zu entwickeln, mit denen er den Lernerfolg in Form "zuverlässiger Prüfungsergebnisse" messen kann.

Lernen wird mit beobachtbarer Änderung des Verhaltens erläutert. Lernerfolg wird meßbar durch Vergleich des Verhaltens vor dem Lernprozeß mit dem nach dem Lernprozeß.

Wird also ein Lernziel klar definiert, so kann die Erreichung des Ziels auch kontrolliert werden. Stimmt das Endverhalten des Studenten mit dem Lernziel überein, so hat der Lehrende sein Lehrziel erreicht.

Welche Anforderungen werden an eine Lernzieldefinition gestellt:

- 1) Um das Erreichen eines Lernziels überprüfen zu können, muß ein Endverhalten definiert werden. Es drückt sich in einer Tätigkeit aus.
- 2) Der Kreis derer, für den das Lernziel definiert wurde (ist), muß klar benannt werden.
- 3) Die Bedingungen, unter denen der Lernerfolg nachgewiesen werden soll, müßten bekannt sein.

Die 3 Faktoren einer Lernzieldefinition sind also:

- 1) das erwünschte Endverhalten
- 2) des Lernenden
- 3) unter festgelegten Bedingungen

So definierte Lernziele motivieren den Lernenden und gestalten die Entwicklung sinnvoller und objektiver Erfolgskontrolle. 5)

b) Text

Auf einer eindeutigen Lernzieldefinition baut die Entwicklung des Textes auf.

Durch Literaturstudium und durch Üben der labortechni-

schen Handhabungen in die Thematik eingearbeitet, wurde der Text in einer 1. Fassung von jedem selbst erstellt. Eine 2. Version des Textes wurde danach durch eingehende Diskussionen nicht nur innerhalb der Arbeitsgruppe, sondern auch durch Beratung mit fachkompetenten Mitarbeitern des mikrobiologischen Institutes erarbeitet.

Seine endgültige Form erhielt das Drehbuch aber erst am Ende eines jeden Spots. Während der Probeaufnahmen und des eigentlichen Drehens mußte der Text häufig noch abgeändert werden, da Kameraeinstellung und Text nicht miteinander korrelierten.

c) Bildhafte Darstellung

Nachdem die 2. Fassung des Textes durch zahlreiche Diskussionen erarbeitet war, versuchte man den Text bildhaft umzusetzen. Man entwarf Symbole und Zeichnungen, probierte Buchstabenformen aus und entwickelte Bilder für die Trickpassagen.

Doch nicht jedes Bild, das für sich gut zur Wirkung kam, hatte dieselbe Aussagekraft in der Kameraeinstellung. So mußten viele Abänderungen getroffen werden, bis man alle Plakate für den jeweiligen Film endgültig erarbeitet hatte.

2) Produktionstechniken

a) Erstellen einer Drehanweisung

Ähnlich wie mit dem Text verfahren wir mit den Kameraeinstellungen.

Zuerst versuchten wir rein theoretisch eine Drehanweisung anzufertigen. In Probeaufnahmen wurde dann festgestellt, ob man die vorgesehene Kameraeinstellung lassen konnte, oder ob andere Einstellungen eine bessere Aussagekraft hatten. Den letzten Schliff erhielt die Drehanweisung erst beim eigentlichen Filmen der Passagen.

b) Arbeitseinteilung

Für einen Spot versuchten wir möglichst die gleiche Arbeitsstellung des Teams aufrechtzuerhalten. Derjenige, der den Spot zu bearbeiten hatte, führte die Versuche vor und half dem Kollegen, der das Mischpult bediente, bei der Regieführung. Die einzelnen Kameraeinstellungen konnte jeder anhand eines im Raum aufgestellten Fernsehapparates sehen und entsprechend korrigieren.

Die Länge einer einzelnen Kameraeinstellung wurde durch den Zeitbedarf für den Text, der immer zu jeder Aufnahme gelesen wurde, bestimmt.

c) Fernsehaufnahme

1. Kameras

Mit den 3 verschiedenen Kameras hatten wir folgende Möglichkeiten der Bildaufnahme:

Kamera_1 = Video-Camera AVC 4000 ACE

Kamera Nr. 1 brachte mit der Videonröhre gute Nahaufnahmen bis in den Mikrobereich. Optimale Naheinstellungen waren mit dieser Kamera nicht möglich. Durch Aufsetzen eines Zoomobjektivs gelang es, ein Reagenzglas beispielsweise in ununterbrochener Aufnahmenfolge von Ferneinstellung bis übergehend zur Naheinstellung zu filmen. Leider mußte beim Zoomen bei jeder Änderung des Aufnahmefeldes die Bildschärfe gleichzeitig nachgeregelt werden. Da man aber vorher nie wußte, um wieviel sich die Bildschärfe verminderte, war es kaum möglich, eine Zoomaufnahme mit gleichbleibender guter Bildqualität zu erreichen. Es wäre deshalb empfehlenswert bei Neueinrichtung eines Fernsehstudios eine Kamera mit einem automatischen Bildschärferegelmechanismus anzuschaffen.

Da die Videonröhre sehr empfindlich ist, mußte eine längere Lichteinwirkung oder eine langdauernde ununterbrochene Beanspruchung des Gerätes vermieden werden. Wir legten deshalb oft Pausen ein, um das Durchbrennen der Röhre oder sonstige Störungen zu verhindern.

Kamera_2 = Video-Camera AVC 3200 CE

Sie wurde hauptsächlich für Übersichts- und

Schrägaufnahmen benutzt. Es war zwar auch möglich Naeinstellungen aufzunehmen, jedoch nicht in dem Maße wie mit Kamera 1, da das Auflösungsvermögen geringer ist. Wir benötigten sie außerdem für Schwenks, da sie sehr handlich und wesentlich leichter als Kamera 1 zu bewegen war.

Kamera_3_ = Superimposing-Kamera

Kamera 3 wird speziell bei Aufnahmen von Schriften und Bildern eingesetzt. Die Plakate befestigten wir mit Magnetknöpfen auf einer schwarzen Magnetwand. Mit dieser Kamera gelangen scharf kontrastierte, klare Aufnahmen. Ihr Nachteil war die große Empfindlichkeit auf Licht und Wärme. Nach ca. 1 - 2 Stunden fing regelmäßig das Bild an zu laufen. Dies war einerseits auf die große Wärmeentwicklung in dem zu kleinen Raum zurückzuführen, andererseits auf eine fehlende Entlüftung im Raum bzw. in der Kamera. Es wäre ratsam, um solche Pausen bei den Dreharbeiten zu vermeiden, entweder einen größeren Raum mit entsprechender Ventilation zur Verfügung zu stellen, oder eine Kamera mit eingebauter, automatisch einsetzender Kühlvorrichtung vorzuziehen.

2. Videocorder

Mit diesem kompakten Aufzeichnungs- und Wiedergabegerät für Bild und Ton entsteht ein Bild bester Auflösung mit hohem Signal-Rausch-Abstand und guter Aufnahmequalität.

Außer dem Vorteil der einfachen Bedienung hat er noch folgende Vorzüge: Redigiermöglichkeit während der Filmwiedergabe, nachträgliches Einsetzen von Bildern und nachträgliches Tonsynchronisieren von bespielten Bändern.

Mit Hilfe eines 2. Videocorders und einer Kopierapparatur können Bänder auch kopiert werden. Eine Abschaltautomatik stoppt am Bandende automatisch das Laufwerk. 19)

Leider hatten wir mit dem Videocorder nicht die Möglichkeit Filmpassagen, die getrennt voneinander aufgenommen wurden, zusammenzuschneiden.

Wir mußten die Bilder nachträglich mit Hilfe einer Stoppuhr einsetzen. Die Gefahr bei diesem Eingriff war, daß durch Ungenauigkeiten bzw. kurze Unaufmerksamkeiten beim Stoppen und Einschneiden ein Teil der folgenden Szene gelöscht wird.

Der gesamte Film mußte somit noch einmal vollkommen neu gedreht werden.

Außerdem war die Anlage äußerst störanfällig. Sie reagierte empfindlich auf große Hitze, hohe Feuchtigkeit und Staub auf Bändern. Die meisten Störungen traten jedoch durch Verstaubung der rotierenden Bildaufzeichnungsköpfe auf. Besondere Schwierigkeiten machte uns auch die Bedienung des Tracing-Knopfes. Bei häufigem Betrachten eines stillstehenden Bildes wurde das Band beschädigt. Es zeichneten sich Streifen im Bild ab, teilweise traten sogar vollkommene Bildzusammenbrüche auf.

Außerdem muß darauf geachtet werden, daß das Gerät nur in waagerechter Lage betrieben wird, und daß das Belüftungsgitter am Boden freibleibt.

3. Video-Camera-Trickmisch- und Schaltpult (Video-Wiper und - Switcher)

I Video-Camera-Switcher

Die Person am Schaltpult hat folgende Möglichkeiten die Kamerabilder in ihre Endfassung zu bringen:

1) Direktes Schalten zwischen Kameras

Das Bild einer Kamera kann ohne weiteres mit dem Bild einer anderen Kamera vertauscht werden.

2) Fade-in und Fade-out

Ein Bild kann allmählich zum Verblassen gebracht werden (Fade-out) oder andererseits vom Blauzustand allmählich in Klarzustand gebracht werden (Fade-in)

3) Bildüberblendung

Ein Bild kann allmählich zum Verblassen gebracht werden, während das andere an Schärfe gewinnt und an seine Stelle tritt.

4) Titелеinblenden

Von einer Superimposing-Kamera aufgenommene weiße oder schwarze Schrift kann ins Hauptbild eingeblendet werden. Durch Niederdrücken der Einblendtaste kann die Schrift auf den Bildschirm projiziert werden bzw. gelöscht werden. Die Positiv-

Negativtaste erlaubt es, den Lichtwert der Schrift von weiß auf schwarz bzw. schwarz auf weiß umzukehren.

In Verbindung mit dem Video-Camera-Wiper können eine Reihe weiterer effektreicher Trickverfahren durchgeführt werden.

19)

II_Video-Camera-Wiper

Mit dem Trickmischpult können

- 1) die Eingänge von 2 Videokameras so geschaltet werden, daß jedes der beiden Bilder als Eck-einsatz im jeweils anderen Bild erscheint.
- 2) durch Drücken der Modustaste 1 oder 2 einer der beiden Kameraeingänge für den Eckeinsatz ausgewählt werden.
- 3) mit den Modustasten die Eckausgangslage des gewählten Kameraeingangs auf "Links oben" oder "Rechts unten" eingestellt werden.
- 4) durch Bewegen der senkrechten bzw. waagerechten Aufrollhebel die Größe des Einsatzbildes eingestellt werden.
- 5) der Kontrast der beiden Kameraeingänge eingeregelt werden. 18)

Die Bedienung dieser beiden Schaltelemente Switcher und Wiper bedurfte eines längeren praktischen Studiums.

Außerdem verlangte sie vom Bedienenden große Konzentra-

tionsfähigkeit, schnelles Reaktionsvermögen, sowie Fingerfertigkeit.

d) Herstellung von Trickaufnahmen

Da wir uns aus Kostengründen kein technisches Personal leisten konnten, stellten wir Tricks nur mit Hilfe von ganz einfachen Mitteln her. Zur Demonstration der Diffusion beim Ouchterlony beispielsweise verwendeten wir durchsichtige Folien, die nacheinander gefilmt wurden. Zuerst fertigte man eine Zeichnung des Endbildes der Trickpassage an. Auf ihr wurden die verschiedenen Abstände der Diffusionshalbkreise von einem Fixpunkt aus gemessen. Das Anfangs- bzw. Grundbild der Trickfolge wurde nun endgültig auf weißem Plakatpapier festgehalten. Entsprechend der Zahl der Halbkreispaare schnitt man Klarsichtfolien auf die Größe des Grundbildes zurecht. Die Halbkreispaare übertrug man nun einzeln auf die verschiedenen Klarsichtfolien, und zwar so, daß beim Übereinanderlegen aller Folien die Abstände der Halbkreispaare voneinander, mit den vorher für sie ausgemessenen Entfernungen von dem Fixpunkt übereinstimmten. Die Folien wurden in ihrer entsprechenden Reihenfolge übereinandergehängt. Jede sich ändernde Bildsituation wurde in kurzen Abständen hintereinander gefilmt.

Beim Zuschauer erweckte man so den Anschein einer Bewegung in 2 verschiedene Richtungen.

Mit den anderen Trickaufzeichnungen verfahren wir ähnlich.

Schwierigere Trickaufnahmen waren mit dieser Anlage nicht ausführbar; sie war zu träge.

e) Beleuchtung

Zur Ausleuchtung standen uns 2 Jupiter-Deckenleuchten und 3 mobile Nitraphot-Lampen zur Verfügung. Optimale Ausleuchtung erreichten wir mit provisorisch in den Deckenreflektor eingebauten Halogenstrahlern. Die Halogenhandleuchte hingegen hatte eine zu punktförmige Abstrahlung, weil der Reflektor zu klein war. Es traten deshalb harte Schlagschatten auf, die sich dem Monitor als extreme Schwarz-Weiß-Kontraste darstellten. Dadurch ging die Bildinformation weitgehend verloren, denn die Grauabstufungen fehlten. Die Halogenhandleuchten sind jedoch nicht für Dauerbetrieb ausgelegt, weil die hohe Brenntemperatur das zu enge Gehäuse übermäßig erhitzt. Abhilfe würde man mit eingebautem Gebläse schaffen können. Dieser Strahlertyp stand uns leider nicht zur Verfügung.

Bei der Steuerung der Ausleuchtung waren wir stark von Tageslicht- und Stromschwankungen abhängig. Sie machten es erforderlich, daß die Lichtaussteuerung bei gleichbleibender Arbeitsplatzeinstellung stündlich reguliert werden mußte. Die Beleuchtungseinstellungen von Nahaufnahmen bedurften großes Fingerspitzengefühl

und Geduld. Sowohl Lichteinfallswinkel, als auch Bestrahlungsstärke mußten übereinstimmen, um das Auftreten von störenden Reflexen im Fernsehbild zu verhindern. So dauerte eine optimale Beleuchtungseinstellung beispielsweise einer Präzipitationslinie ca. 1/2 Stunde.

Um unnötige Reflexbildung auszuschließen, paßten wir unsere Materialien der Beleuchtung an. So benutzten wir bei Titeln oder Texten Letraset-Buchstaben und keine Tusche, da Tusche nach unserer Erfahrung reflektierte. Auch verwendeten wir meistens schwarze Kartons anstatt weißen, da es äußerst schwierig war, die Schattenbildung bei weißen Plakaten zu vermeiden. Bei manchen Trickpassagen, in denen Klarsichtfolien benutzt wurden, konnten wir trotz eingehender Bemühungen die störenden Reflexe nicht ausschalten.

f) Tonaufnahmen

Wir vertonten nicht gleichzeitig mit der Verfilmung, sondern erst nach Beendigung der Filmaufnahmen. Die Handhabung war folgendermaßen:

Das Monitorgerät wurde wie bei Filmaufnahmen an den Videocorder angeschlossen. Danach verband man die Klangquelle mit dem entsprechenden Eingang des Videocorders.

Auf technischem Gebiet traten bei der Vertonung keine Komplikationen auf. Äußere Störeinflüsse wie Straßen-

lärm, lautes Vorbeigehen und Gespräche von Personen in der Nähe des Aufnahmerraumes usw. ließen eine Vertonung tagsüber nicht zu. Nur in den Abendstunden war eine einigermaßen ungestörte Vertonung möglich. Bei Ausweitung des audiovisuellen Programmes wäre es deshalb angebracht, um nicht von Tageszeiten abhängig zu sein und mehr Zeit nutzen zu können, ein Tonstudio einzurichten oder zumindestens eine schalldichte Kabine anzuschaffen.

Wir richteten es so ein, daß jeder den Text zu seinem ausgearbeiteten Spot selbst vortrug. Dadurch sollten nicht nur die Kosten für einen Synchronisateur gespart werden, sondern auch mehr Abwechslung in die Filme gebracht werden.

Werden die Spots nämlich immer mit der gleichen Stimme besprochen, führt es leicht zu Ermüdungs- bzw. nachlassenden Konzentrationserscheinungen bei den Studenten. Nicht zu oft wechselnde Unterschiede in der Stimm- lage hingegen führen erfahrungsgemäß zu einer besseren Lernmotivation der Studenten. 16)

Wir nahmen bei der Vertonung auch keine Rücksicht auf lokale Akzente, denn unsere Spots sollen keine professionellen Werke darstellen, sondern nur eine Arbeit von Studenten für Studenten sein.

g) Zeitfaktor

Wir stellten Fernsehspots her, deren Länge 8 - 10 min nicht überschritt, da sonst die Konzentrationsfähigkeit der Studenten erfahrungsgemäß abnähme.

Um mir theoretisches Wissen auf immunologischem Gebiet in Bezug auf meine Thematik anzueignen, mußte ich ca. 1 - 2 Monate Lehrbücher, Prospekte oder andere Veröffentlichungen durcharbeiten.

Durch 2-monatige Laborarbeit war ich mit der Technik und den Fehlermöglichkeiten einer Gelpräzipitation vertraut.

Auf diese theoretischen und praktischen Grundlagen konnte ich in einigen Tagen eine Lernzieldefinition aufbauen. Die Textgestaltung und Ausarbeitung von ersten Drehanweisungen nahm für 3 Filme ca 1 - 2 Monate in Anspruch.

Danach konnte man sich erst um die Umsetzung des Textes in die bildhafte Darstellung bemühen. Für die Materialvorbereitung, d.h. das Malen von Plakaten, Bearbeiten von Folien, Vorbereiten von Lösungen usw. rechnete man bei meinen Filmen durchschnittlich pro Minute laufenden Filmes 100 Stunden Vorbereitungszeit.

Für die Einarbeitung in die Bedienung der Fernsehanlage, sowie für Probeaufnahmen benötigten wir 1 Monat.

Das Drehen der Filme dauerte aus Anpassungsschwierigkeiten des Einzelnen in das Teamwork unter-

schiedlich lang. So brauchten wir anfangs zum reinen Drehen eines 2-Minuten-Spots allein 8 Tage. Am Schluß drehten wir 6-Minuten-Filme in 4 Tagen ab, da wir vollkommen aufeinander eingespielt waren. Im Durchschnitt rechneten wir pro Minute Film ca 30 Stunden reine Drehzeit. Bei meinen 3 Filmen lag die Drehzeit immer über dem Durchschnitt, da wir in diesen Spots die schwierigsten Kameraeinstellungen zu bewältigen hatten. Sie lagen nämlich alle nahe der Grenze des Auflösungsvermögens der Kameras. Um eine Präzipitation im Reagenzglas oder Präzipitationslinien auf der Agarplatte klar, d.h. ohne Schlagschatten und Reflexe darzustellen, benötigte man für eine einzelne Kameraeinstellung eine $1/2$ - 1 Stunde.

Die Vertonung dauerte durchschnittlich für einen 5-Minuten-Film ca 1 - 2 Stunden. Durch äußere Störeinflüsse, aber auch durch eigenes Verschulden wie Versprechen, unruhiges Bewegen etc. bedingt, mußten die Tonaufnahmen immer wiederholt werden.

E. ZUSAMMENFASSUNG

Die vorliegende Dissertation wurde uns im Rahmen des Erprobens von neuen Unterrichtsmethoden, in unserem Fall der audiovisuellen Lehrmethode, zugeteilt.

Wir hatten nicht nur die Aufgabe je 3 Fernsehspots mit Drehbuch und Begleittext für dieses audiovisuelle Programm zu liefern, sondern auch die technische Seite einer solchen didaktischen Arbeit zu erörtern.

Diese Doktorarbeit soll unter anderem Außenstehenden einen Einblick in die Entstehung eines wissenschaftlichen Fernsehspots geben, wobei auch auf die Schwierigkeiten, die beim Drehen eines Filmes auftreten können, hingewiesen wird. Andererseits dient die Dissertation auch dazu, Kollegen, die das audiovisuelle Programm fortsetzen wollen, durch unsere hier schriftlich festgehaltene Erfahrung die Anfangsarbeit zu erleichtern.

Anschließend soll noch einmal darauf hingewiesen werden, daß meine Spots, die alle nicht länger als 8 Minuten dauern, keine reine Primärinformation bieten. Sie sollen vielmehr nur bereits Besprochenes festigen und eventuelle Unsicherheiten dem Zuhörer aufzeigen.

F. LITERATURVERZEICHNIS

1. Approbationsordnung für Ärzte vom 28.Oktober 1970
2. Editorial:
Approbationsordnung zwischen Zustimmung und Kritik.
Deutsches Ärzteblatt 6, 1971, S. 353 - 356
3. BACKHAUSZ, R.:
Immundiffusion und Immunelektrophorese, Grundlagen,
Methoden.
Jena: G. Fischer 1967
3. BEYERMANN, K., FIEDLER, E., KLEIN, P.:
Antrag auf Zuweisung einer Beihilfe zum Erschließen
audiovisueller Hilfsmittel in den Fächern Chemie für
Mediziner und Medizinische Mikrobiologie-Immunologie
an der Johannes-Gutenberg-Universität in Mainz.
Studiendekanat der Medizinischen Fakultät,
Maschinenschriftlich vervielfältigt 1970
5. DAHMER, J.:
Lernziele, ein Kurzprogramm, 1971
Arbeitsgruppe Didaktik der Medizinischen Hochschule
Hannover
6. FIEDLER, E. und BEYERMANN, K.:
Einsatz von audiovisuellen Medien im Unterricht
Didacta Medica 1, 1972, S. 14 - 19

7. FIEDLER, E. und NIX, W.:
Bericht über eine Informationsreise unter medizin-
didaktischen Gesichtspunkten in die USA.
Ärzteblatt Rheinland-Pfalz 10, 1971, S. 880 - 897
8. FIEDLER, E. und NIX, W.:
Der Ausbildungsgang des Mediziners in den USA:
Curriculäre, hochschuldidaktische und organisatorische
Probleme - Versuch einer Bestandsaufnahme.
Arbeitsgemeinschaft für Hochschuldidaktik
Schrift Nr. 37, 1972, S. 50, 59 - 60, 89 - 96
9. HUMPHREY, J.H., WHITE, R.G.:
Kurzes Lehrbuch der Immunologie.
Deutsche Übersetzung vom Max-Planck-Institut für
Immunologie, Freiburg
Herausgeber: Egon Macher, 2. unveränderte Auflage
Georg Thieme Verlag Stuttgart 1972, 16, S. 232 - 243
10. Institut für Medizinische Mikrobiologie der Johannes-
Gutenberg-Universität Mainz:
Mikrobiologie in Frage und Antwort, Teil 1 (Immunologie)
Schmidt & Co. Mainz, 3. Auflage 1970
11. JAWETZ, E., MELNICK, J.L., ADELBURG, E.A.:
Medizinische Mikrobiologie.
2. überarbeitete und erweiterte Auflage
Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York 1968,
S. 201, 207 - 209

12. KLEIN, P. und FIEDLER, E.:

Zur Frage der Neugestaltung des Medizinischen Unterrichts an der Johannes-Gutenberg-Universität in Mainz.
Studiendekanat der Medizinischen Fakultät, Mainz 1970

13. KLEIN, P. und FIEDLER, E.:

Aspekte der Studienreform in der Medizinischen Fakultät in Mainz.

Didacta Medica 4, 1970, S. 104 - 107

14. Laboratoriumsblätter für die Medizinische Diagnostik

Nr. 3, Julie 1971

Behringwerke AG

15. MAGER, R.F.:

Motivation und Lernerfolg.

Wie Lehrer ihren Unterricht verbessern können.

Übersetzt und bearbeitet von Barbara Küper,

Lothar Schweim und Horst Speichert.

Verlag Julius Beltz: Weinheim - Berlin - Basel

2. Auflage 1971, S. 68 - 73

16. MAGER, R.F.:

Lernziele und programmierter Unterricht.

Übersetzt und bearbeitet von Dr. Helga Monzen und Hermann Rademacher.

Verlag Julius Beltz: Weinheim - Berlin - Basel

3. ergänzte Auflage 1968

17. MÜLLER, F.:

Grundriß der Medizinischen Immunologie für Ärzte
und Studierende.

Ferdinand Enke Verlag Stuttgart 1963, S. 7 - 14

18. REPLOH, H., OTTE, H.J.:

Lehrbuch der Medizinischen Mikrobiologie.

Gustav Fischer Verlag Stuttgart 1968, S. 200 - 201

19. Sony:

Bedienungsanleitung: Videocorder CV-2100 ACE

Video-Camera-Wiper CMW-110CE

Video-Camera-Switcher CMS-110CE

20. STEFFEN, C.:

Allgemeine und experimentelle Immunologie und
Immunpathologie, sowie ihre klinische Anwendung.

Georg Thieme Verlag Stuttgart 1968, S. 96 - 103,
589 - 595

LEBENS LAUF

Am 16.5.1952 wurde ich in Fulda als Tochter des Regierungsbeamten Fritz Gräber und seiner Ehefrau Anna, geb. Kubeczka geboren.

1953 verzogen wir von Fulda nach Mainz-Gonsenheim. Dort besuchte ich von 1958 bis 1962 die Gleisbergschule. 1962 wurde ich in den mit Französisch beginnenden neu-sprachlichen Zweig des Maria-Ward-Gymnasiums eingeschult.

Aus gesundheitlichen Gründen verzog ich 1966 für 1 Jahr nach Bad Reichenhall. Dort besuchte ich den humanistischen Zweig des Karlsgymnasiums.

1967 wechselte ich wieder auf das Maria-Ward-Gymnasium in Mainz.

1970 legte ich dort die Reifeprüfung ab.

Seit dem Wintersemester 1970/71 bin ich an der Johannes-Gutenberg-Universität in Mainz im Fach Humanmedizin immatrikuliert.

Im Herbst 1971 bestand ich das Vorphysikum, im Frühjahr 1973 legte ich die ärztliche Vorprüfung ab. Mein klinisches Studium absolvierte ich ebenfalls an der Johannes-Gutenberg-Universität in Mainz.

